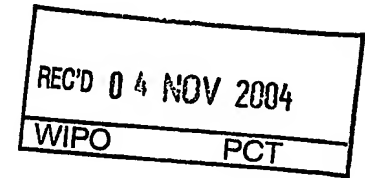


EP04 / 10581

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 44 055.0

**Anmeldetag:** 23. September 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Induktiver Drehübertrager

**IPC:** H 01 F, H 02 J, G 08 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 08. Juni 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Weller*

Weller

## Beschreibung

## Induktiver Drehübertrager

- 5 Die Erfindung betrifft einen induktiven Drehübertrager.

10 Daten- und Energieübertragung (Telemetrie) zu bewegten Maschinenteilen ist vor allem in der Industrie, insbesondere bei und/oder in verteilten Automatisierungssystemen ein zentrales Problem. Produktionsprozesse, vorrangig beispielsweise bei Werkzeugmaschinen, Robotern, etc. finden an rotierenden oder allgemein bewegten Werkstücken statt, oder die Werkzeuge rotieren und/oder bewegen sich um das zu bearbeitende Werkstück herum. Zur Datenübertragung in solchen Systemen werden  
15 u.a. Datennetze benötigt. Dazu werden beispielsweise Bussysteme wie z.B. Feldbus, Profibus, Ethernet, Industrial Ethernet, oder auch FireWire, aber auch zunehmend schaltbare Hochleistungsdatennetze, also Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, insbesondere Realtime Ethernet (RTE) oder auch isochrones RTE  
20 (IRTE) eingesetzt.

Datenübertragung wird heute entweder mit konventionellen Kabelschlepps oder mechanischen Schleifringen realisiert. Es existieren jedoch auch kapazitive und optische Verfahren, die aber technische Einschränkungen oder Kostenprobleme mit sich bringen. Funk fällt bislang aufgrund der geringen Nettodatenraten und zusätzlicher Protokoll-Layer, aber auch wegen Elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) und aus Zuverlässigkeitsgründen ganz aus diesem Raster heraus.

30

Die Kabelschlepplösung verhindert eine Endlosdrehung und begrenzt die Produktionsgeschwindigkeit durch die notwendige Rückdrehung z.B. der Werkzeuge (sonst Abscherung der Kabel). Die Minimierung der Nebenzeiten im System spielt jedoch beispielsweise für die Produktivität eine entscheidende Rolle.  
35 Eine bevorzugte Lösung für dieses Nebenzeitproblem ist das Ersetzen der Kabelschlepps durch Drehübertrager.

Drehübertrager gibt es in den verschiedensten Ausführungen. Einsetzbar sind berührungsbehaftete Übertrager, z.B. mechanische Schleifringe, Bürsten oder flüssigkeitsbehaftete Quecksilberübertrager aber auch berührungslose Übertrager, wie  
5 z.B. optische, kapazitive, induktive oder auf Basis von Funkübertragung realisierte Übertrager.

Bei Verwendung von konventionellen, mechanischen Schleifringen treten Probleme in Bezug auf Abnutzung, EMV und Zuverlässigkeit auf, u.a. auch deshalb, weil in unmittelbarer Nachbarschaft auch die Energie selbst übertragen wird.  
10

Kapazitive Übertrager sind teuer und werden z.B. für militärische Anwendungen eingesetzt.  
15

Für drahtgebundene Systeme (Busse oder Punkt-zu-Punkt-Verbindungen) gibt es bislang keine ideale Lösung. Eine kostengünstige Vorrichtung, die eine transparente (ohne zusätzliche Protokoll-Layer), bidirektionale und full duplex-Datenübertragung ermöglicht, und bei der prinzipiell verschiedene Busprotokolle eingesetzt werden können, existiert derzeit nicht.  
20

Noch wesentlich größere Kosten verursacht ein Fiber-Luft-Fiber-Koppler, der in Form von FORJ's (Fiber Optic Rotary Joints) mit Fiberanschluss verfügbar wäre. Solche FORJs sind beispielsweise mit passiven optischen Elementen ausgestattet und müssen wegen entsprechend hoher Anforderungen auch mit aufwändiger Mechanik, insbesondere Lagertechnik, ausgestattet sein. Diese werden bislang nur in kleiner Stückzahl manuell  
30 gebaut und bestehen im wesentlichen aus Edelstählen. Neben den sehr hohen Kosten gibt es auch technische Einschränkungen, z.B. Übertragungsraten, Vibrationen, Drehgeschwindigkeit, Temperatur, etc.

35 Aus der Video-Technik sind Übertragungstechniken bekannt, die mittels Transformer induktiv von bewegten zu unbewegten Komponenten, beispielsweise Videokopf, übertragen bzw. koppeln.

In Variationen bzw. mit neuen Fertigungstechnologien kann diese Übertragungstechnik auch für Drehübertrager genutzt werden.

- 5 Drehübertrager können weiter führend in On-Axis- oder Off-Axis-Systeme unterteilt werden. Bei On-Axis-Systemen ist die Rotationsachse des Drehübertragers als Datenübertragungsstrecke zur Übertragung der Daten reserviert. Bei der zum Anmeldezeitpunkt unveröffentlichten deutschen Anmeldung  
10 DE 10230537.4 der Anmelderin ist dies Gegenstand der Erfindung bei einem optischen Drehübertrager.

- Nachteil bei On-Axis-Systemen ist insbesondere die Vorbelegung des Raumes der, bzw. um die Rotationsachse zur Datenübertragung, wenn dieser Raum anstelle zur Datenübertragung für Durchführungen, beispielsweise Kabel, Pneumatik, Hydraulik, etc. benutzt werden soll oder benötigt wird.  
15

- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen Drehübertrager anzugeben, bei dem die Datenübertragung mittels induktiver Elemente und außerhalb des Raumes der Dreh- bzw. Rotationsachse des Drehübertragers stattfindet.  
20

- Der Drehübertrager, der im folgenden beschrieben wird, ist also ein passiver, induktiver Drehübertrager, der am Ort der Drehachse bzw. Rotationsachse Raum zur Realisierung von Durchführungen aufweist, da die Datenübertragung außerhalb dieses Raumes erfolgt. Für den Begriff „feldgekoppelt“ werden im folgenden synonym auch die Begriffe „induktiv“, „magnetisch“ oder „transformatorisch“ benutzt.  
30

- Zur Realisierung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers kommen Spulen und Feldkonzentratoren zum Einsatz. Prinzipiell können die erfindungsgemäßen Anordnungen auch als zueinander bewegliche Ringtransformatoren spezieller Ausprägung bezeichnet werden. Es gibt axiale Anordnungen, die die Möglichkeit bieten, Drehübertrager mit kleinem Durchmesser  
35

herzustellen, bzw. radiale Anordnungen, die es ermöglichen, Drehübertrager mit sehr geringer Einbautiefe herzustellen. Zur Realisierung wird eine an sich bekannte Technik, wie beispielsweise die Videokopftechnik, in einer neuen Applikation entsprechend modifiziert. Dazu werden neue Fertigungstechniken zur Herstellung von Teilkomponenten benutzt.

Zur Erreichung besonders niedriger Herstellungskosten werden replikative Produktionstechniken sowie eine passive Übertragungstechnik eingesetzt bzw. verwendet.

Die Datenraten bei der Datenübertragung mittels Feldkopplung sind begrenzt. Es erfolgt in jedem Fall eine Signalverformung. Der passive induktive Drehübertrager verhält sich dadurch wie ein Stück Leitung, d.h. die Gesamtlänge der verwendeten Leitung verkürzt sich.

Der Drehübertrager besteht im Wesentlichen aus einem feststehenden Teil und einem rotierenden Teil. Beide Teile des Drehübertragers weisen eine gemeinsame, gedachte, virtuelle Drehachse auf, wobei der rotierende Teil um diese virtuelle Drehachse rotiert, wobei die Drehrichtung beliebig ist. Das Gehäuse des Drehübertragers 1 ist wegen der Drehung um die virtuelle Drehachse bevorzugterweise rotationssymmetrisch, beispielsweise zylinderförmig, zur Drehachse ausgeführt und weist selbstverständlich auch die entsprechende Mechanik mit Häusung, Lagerung sowie Dichtung auf. Der hohlzylinderförmige Aufbau ermöglicht die räumliche Nutzung um die Rotationsachse für Durchführungen.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist, dass der induktive, bzw. feldgekoppelte Drehübertrager passiv arbeitet, da dieser besonders kostengünstig hergestellt werden kann. Selbstverständlich ist aber auch eine aktive Variante, die ein- und/oder ausgangsseitig eine Signalformung realisiert, denkbar und möglich. Bei der Realisierung

dieser Variante sind zusätzliche Verzögerungszeiten bzw. Jitter, die zur Signallaufzeit dazu kommen, zu berücksichtigen.

Nach einer weiteren, vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung können ohne große prinzipielle Änderungen verschiedene, insbesondere gleichstromarme, Protokolle übertragen werden. Selbst beispielsweise NRZ-kodierte Datenströme (NRZ = non return to zero), welche einen Gleichstromanteil haben, können für die passive Übertragung genutzt werden, wenn im Drehübertrager eine entsprechende Umkodierung zu einem RZ-Code (RZ = return to zero) vorgenommen wird.

Nach einer weiteren, äußerst vorteilhaften Ausführung der Erfindung ist der induktive, bzw. feldgekoppelte Drehübertrager bei flacher Spulenbauweise oder bei Verwendung von Planarspulen für Miniaturisierung geeignet. Unter Anwendung von replizierenden Techniken bzw. Verfahren wie beispielsweise Spritzgießen oder MID (molded interconnect device), die beispielsweise auch in der Mikrosystemtechnik benutzt werden, wird sowohl eine Miniaturisierung als auch zusätzlich eine kostengünstige Herstellung eines erfindungsgemäßen Drehübertragers erreicht. Insbesondere durch eine Miniaturisierung des Drehübertragers ist ein Einsatz in weiteren potentiellen Anwendungsgebieten, z.B. Robotergelenke, bei denen Durchführungen beispielsweise zur Energieversorgung benötigt werden, denkbar und möglich.

Die Vorteile eines solchen erfindungsgemäßen Drehübertragers sind neben dem Ermöglichen von Endlosdrehungen, wodurch Kabelschlepps ersetzt werden können, der Minimierung von Tot- bzw. Nebenzeiten in Systemen, beispielsweise Werkzeugmaschinen oder Robotern, und einer transparenten Datenübertragungsapplikation zu bewegten Maschinenteilen, insbesondere eine kostengünstige Fertigung, aber auch das Ermöglichen von Durchführungen durch den Drehübertrager für beispielsweise Elektrik, Hydraulik, Pneumatik, etc..

Die Datenübertragung kann unidirektional oder bidirektional erfolgen.

5 Ein weiterer Vorteil ist die Transparenz bei der Datenübertragung. Zusätzliche Protokoll-Layer sind nicht notwendig.

10 Vorteilhaft ist weiterhin, dass ohne große prinzipielle Änderungen verschiedene Busprotokolle, wie beispielsweise Profibus und (Fast) Ethernet übertragen werden können. Dabei stehen insbesondere Drehübertrager für Fast Ethernet im Fokus d.h. für eine Übertragungsrate von 100 Mbaud. Andere Busprotokolle, insbesondere andere Feldbusprotokolle wären ebenfalls durch Modifikation der Ein- bzw. Ausgangsschaltung übertragbar.

15

Als eine bevorzugte Ausführungsform wird der erfindungsgemäße feldgekoppelte, bzw. passive Drehübertrager als integrierte Einheit realisiert. Extern anzuschließende Elemente sind die entsprechenden Buskabel auf beiden Seiten. Eine bevorzugte  
20 Ausgestaltung ermöglicht dabei den Einsatz von Steckverbindern. Das Verfahren zur Datenübertragung ist dann, bei entsprechender Vorbereitung im feststehenden bzw. im rotierenden Teil des optischen Drehübertragers, sehr einfach und kostengünstig gelöst. Damit können prinzipiell alle möglichen Datenbusse, beispielsweise Ethernet, insbesondere Feldbusse, beispielsweise Profibus, aber auch Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, beispielsweise IRTE, angeschlossen, die entsprechenden Datenprotokolle übertragen und damit der erfindungsgemäße induktive Drehübertrager in beliebige Automatisierungssysteme integriert werden.  
30

Von besonderem Vorteil ist es darüber hinaus, dass die Erfindung insbesondere bei und in Verpackungsmaschinen, Pressen, Kunststoffspritzmaschinen, Textilmaschinen, Druckmaschinen,  
35 Werkzeugmaschinen, Roboter, Handlingsystemen, Holzbearbeitungsmaschinen, Glasverarbeitungsmaschinen, Keramikverarbei-

tungsmaschinen sowie Hebezeugen eingesetzt bzw. verwendet werden kann.

Im Weiteren werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

FIG 1 eine Prinzipdarstellung eines Drehübertragers,

10 FIG 2 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers in axialer Ausführung,

FIG 3 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers in radialer Ausführung,

15 FIG 4 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers mit Planarspulen,

FIG 5 eine Prinzipdarstellung eines Planarspulenbaus und  
20

FIG 6 eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers als MID-Variante (molded interconnect device).

FIG 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Drehübertragers. Der Drehübertrager besteht aus einem feststehenden Teil und einem rotierenden Teil. Beide Teile des Drehübertragers weisen eine gemeinsame, gedachte, virtuelle Drehachse auf, wobei der rotierende Teil um diese virtuelle Drehachse rotiert, wobei die Drehrichtung beliebig ist. Das Gehäuse des Drehübertragers ist wegen der Drehung um die virtuelle Drehachse bevorzugterweise rotationssymmetrisch, beispielsweise zylinderförmig, zur Drehachse ausgeführt. Der feststehende Teil  
30 wird im mechanischen Sinn auch als „Stator“ und der rotierende Teil als „Rotor“ bezeichnet. Dabei ist es unerheblich, welcher Teil sich bewegt und welcher Teil des Drehübertragers  
35



fixiert ist. Letztlich darf nur ein Teil des Drehübertragers mechanisch starr befestigt sein, der andere, zweite Teil muss spannungsfrei drehbar gelagert sein und muss „spannungsfrei mitgenommen“ werden können. Dies kann beispielsweise durch  
5 eine Kunststoff- oder Gummikupplung erreicht werden. Andere Dichtungen sind jedoch auch denkbar und möglich. Dabei sind je nach Ausführung beliebige Grade der Dichtung erreichbar. Darüber hinaus hängt die maximale Drehgeschwindigkeit u.a. von der Güte der Lagerung ab.

10

Drehübertrager werden insbesondere zur Datenübertragung verwendet, wobei entsprechende Kabel in die beiden Teile des optischen Drehübertragers führen, wobei beispielsweise ein Kabel wie in der FIG 1 gezeigt, zusammen mit dem rotierenden  
15 Teil des Drehübertragers mit rotiert. Zur Datenübertragung sind prinzipiell alle Arten von geeigneten Kabeln möglich, beispielsweise Buskabel, Lichtwellenleiter, etc. Die Kabel werden bevorzugt mittels Stecker, von denen in der FIG 1 lediglich ein Stecker sichtbar ist, mit dem Drehübertrager ver-  
20 bunden. Selbstverständlich ist die Form der Stecker im Wesentlichen beliebig.

Die beiden Gehäuseteile des Drehübertragers können beispielsweise aus Stahl, insbesondere Edelstahl, aus Keramik oder aus Kunststoff hergestellt werden. Jedoch sind auch andere Materialien, beispielsweise Aluminiumlegierungen, Messing, etc. denkbar und verwendbar. Um die Produktionskosten zu erniedrigen bzw. kostengünstige Produktionsverfahren, welche die Herstellungskosten weiter reduzieren, anwenden zu können, wird  
30 die Verwendung von billigen Materialien, beispielsweise Keramiken bzw. Kunststoffe bevorzugt. Dadurch, insbesondere bei der Verwendung von Kunststoffen, können entsprechend kostengünstige Fertigungstechniken, beispielsweise die Spritzgusstechnik, eingesetzt werden.

35

FIG 2 zeigt eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers in axialer Ausführung, der mit

konventioneller Spulentechnik, insbesondere konventionellen Wicklungen arbeitet. Der erfindungsgemäße, feldgekoppelte Drehübertrager besteht prinzipiell aus zwei zueinander verdrehbaren Röhren.

5

Ein Übertrager besteht aus zwei Spulen, bzw. Spulenteilen mit Becher- oder Topfkernen, beispielsweise mit einer Ferritschale, die durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind.

10

Die Kanäle liegen axial nebeneinander, wodurch ein Aufbau mit geringem Durchmesser möglich wird. Zwischen den Kanälen befindet sich ein „Spacer“ der zur Trennung der Kanäle, und damit insbesondere zur Verhinderung der Feldkopplung zwischen den beiden Kanälen dient.

15

FIG 3 zeigt eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers in radialer Ausführung, der mit konventioneller Spulentechnik arbeitet. Er besteht prinzipiell aus zwei zueinander verdrehbaren Röhren.

20

Ein Übertrager besteht aus zwei Spulen mit Becher- oder Topfkernen, die durch einen Luftspalt voneinander getrennt sind.

Die Kanäle liegen radial nebeneinander, wodurch ein Aufbau mit geringer Einbautiefe möglich wird. Zwischen den Kanälen kann sich wieder ein Spacer befinden, der die Trennung der Kanäle verbessert.

30

FIG 4 zeigt eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers mit Planarspulen. Diese Spulen werden im Prinzip wie Leiterplatten hergestellt, d.h. Leiterbahnen auf Trägermaterial, hergestellt mit den Prozessen der konventionellen LP-Produktion. Die Eigenschaften der Spulen sind durch mechanische Parameter einfach berechnen- bzw. simulierbar. Die fertige Planarspule wird dann nur noch in die Becher- oder Topfkern e eingebettet.

35

Ein Kanal besteht wiederum aus zwei ringförmigen Transformatoren, die durch einen Luftspalt physikalisch voneinander getrennt sind.

- 5 FIG 5 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Planarspulenbaus. Die Eigenschaften der Spulen werden maßgeblich durch deren Geometrie bestimmt. Für radial angeordnete Spulen mit gleicher Induktivität sind im Prinzip gleiche Spulenflächen bei gleichem Leiterquerschnitt notwendig.

10

FIG 6 zeigt eine Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen induktiven Drehübertragers als MID-Variante (molded interconnect device). Die MID-Variante bietet das größte Potential in Richtung low-cost und Miniaturisierung.

15

Die Kanäle liegen axial nebeneinander, wobei die Anzahl skalierbar ist. Es sind Bauformen mit sehr geringem Durchmesser möglich. Feldkonzentratoren und Spulen werden positioniert und mit Kunststoff umspritzt. Eine Nachbearbeitung wie z.B.

20

Ätzen (im Sinne von Abtragen) von Hilfsstrukturen ist möglich. Gleichzeitig sind die Aufnahmen für die Lagerung herstellbar. Wenn der Prozess entwickelt ist, sind nur wenige Schritte zur Fertigung des gesamten Gebildes notwendig.

## Patentansprüche

1. Induktiver Drehübertrager zur Übertragung von Daten, bestehend aus einem feststehenden Teil und einem rotierenden Teil, wobei der rotierende Teil und der feststehende Teil eine gemeinsame, virtuelle Drehachse aufweisen, und wobei sich der rotierende Teil um den feststehenden Teil dreht, und wobei die Datenübertragung über wenigstens eine Datenübertragungsstrecke mittels wenigstens eines induktiven Elements erfolgt, und wobei die Datenübertragungsstrecke außerhalb der Drehachse des Drehübertragers angeordnet ist.

## Zusammenfassung

## Induktiver Drehübertrager

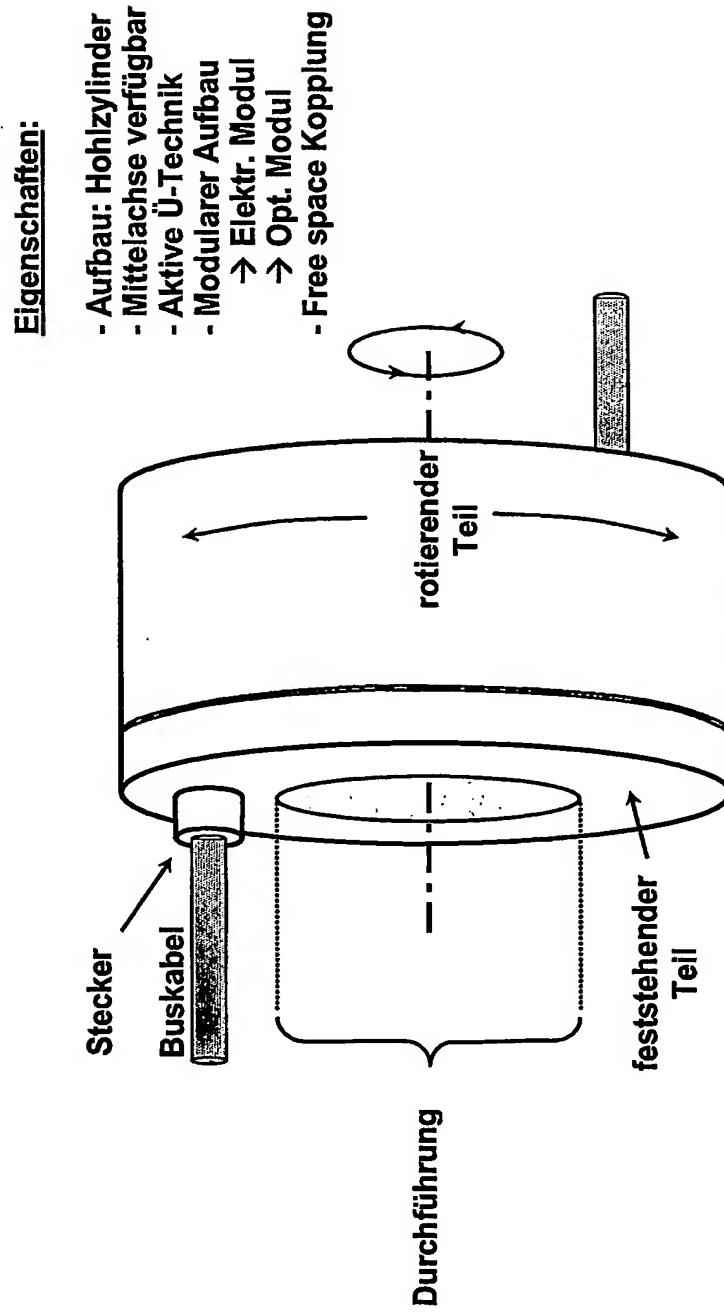
- 5 Bei der vorliegenden Erfindung handelt es sich um einen induktiven Drehübertrager bestehend aus einem feststehenden Teil und einem rotierenden Teil, wobei der rotierende Teil und der feststehende Teil eine gemeinsame, virtuelle Drehachse aufweisen, und wobei sich der rotierende Teil um den feststehenden Teil dreht, und wobei die Datenübertragung über wenigstens eine Datenübertragungsstrecke mittels wenigstens eines induktiven Elements erfolgt, und wobei die Datenübertragungsstrecke außerhalb der Drehachse des Drehübertragers angeordnet ist.

15

FIG 1

FIG 1

## Erscheinungsbild



Durchführung für Pneumatik, Hydraulik, Elektrik, ...

FIG 2

## Axiale Anordnung

Kanäle liegen nebeneinander auf der Achse.  
→ Bauform mit kleinem  $\varnothing$  möglich.

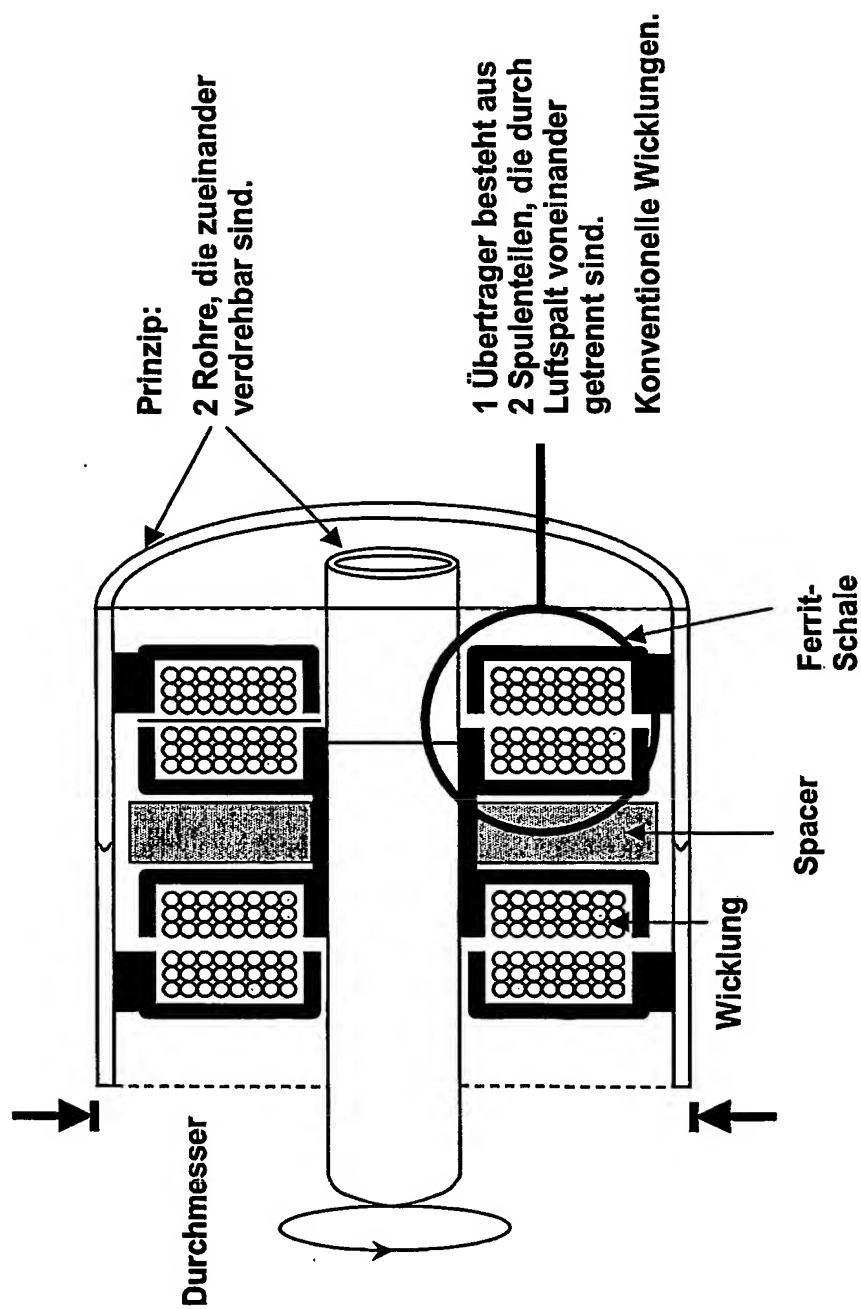
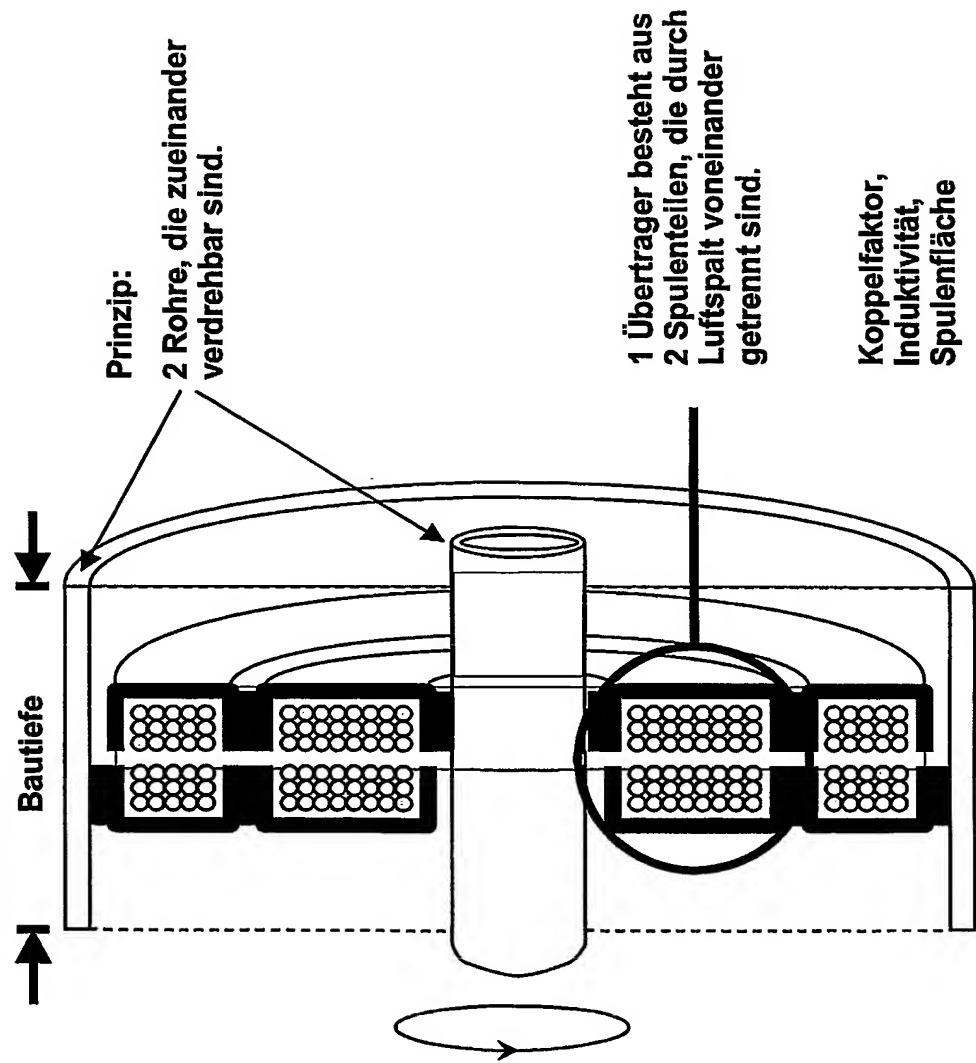


FIG 3

## Radiale Anordnung

Kanäle liegen übereinander auf der Achse.  
→ Flache Bauweise möglich.





# Realisierung mit Planarspulen

## Prinzipdarstellung mit Planarspulen – radialer Aufbau

FIG 4

Schnittbild

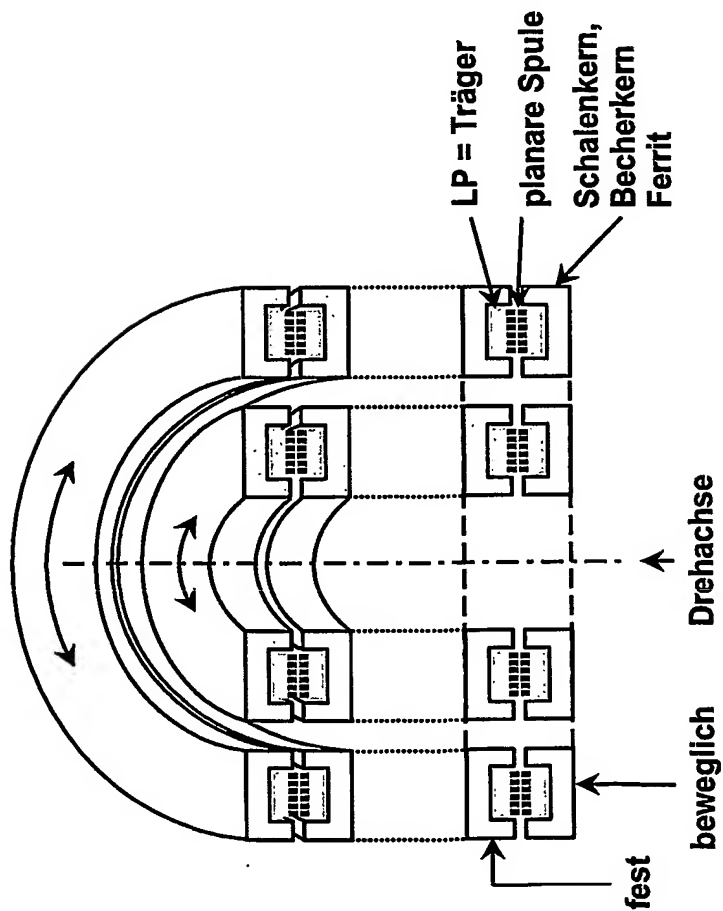
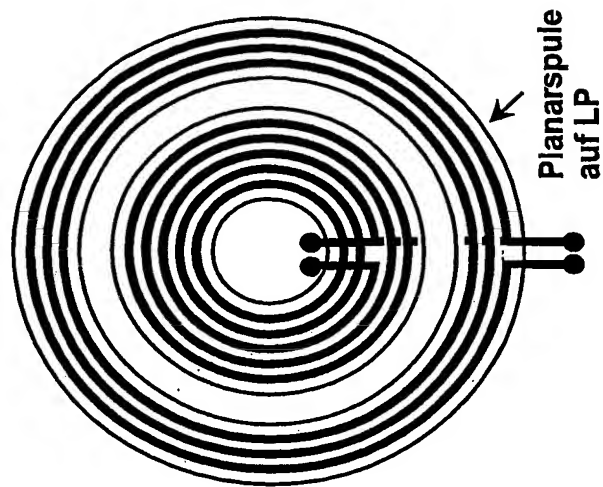


FIG 5

Draufsicht



4/5

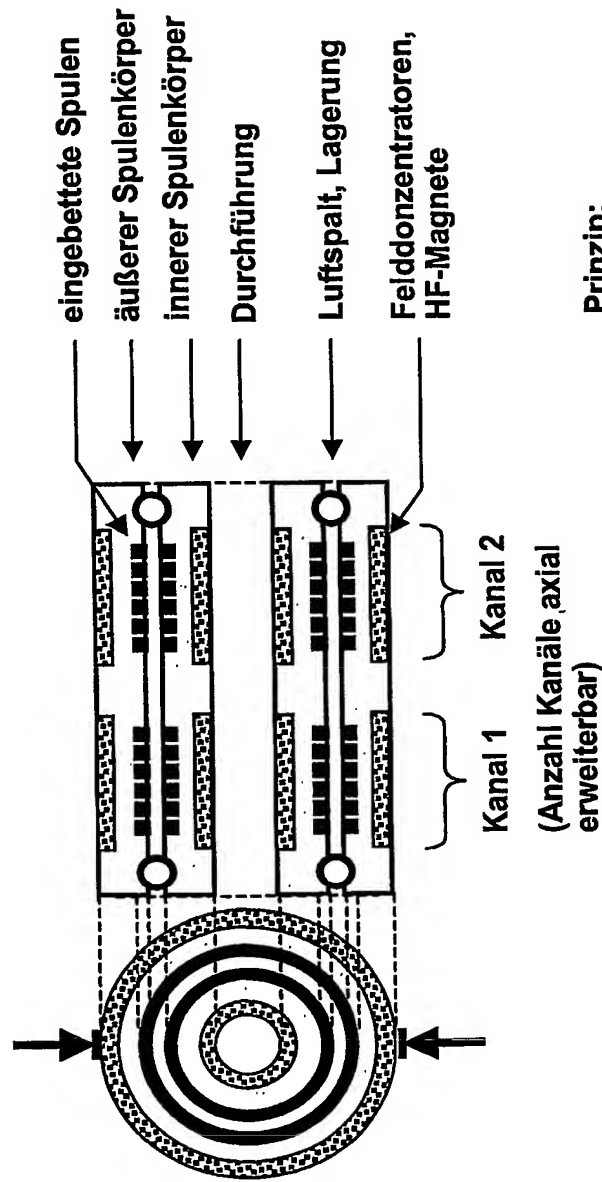
LP mit 2-dimensional strukturierter Spule wird in den Kern eingefügt, z.B. eingeklebt.

## Realisierung per MID

Prinzipdarstellung mit eingebetteten Spulen – axialer Aufbau

Kanäle liegen axial nebeneinander.  
→ Bauform mit kleinem  $\varnothing$  möglich.

FIG 6



Prinzip:

2 Rohre, die gegeneinander verdrehbar sind.

Spritzgusskörper mit eingebetteten Spulen und Felddonzentratoren.

MID: Molded Interconnect Device  
(international eingeführt)

SIL: Spritzguss mit integrierten Leiterbahnen  
(früher bei Siemens)